



ILLUSTRATIES: BGG

# Belgisch witblauw rundvee: fokkerij van a tot z

In het kader van een lessenreeks over witblauw vleesvee, een organisatie van de Katholieke Hogeschool Sint-Lieven in samenwerking met de afdeling Duurzame Landbouwwontwikkeling van het departement Landbouw en Visserij, gaf *Nadine Buys*, professor genetica aan de K.U.Leuven, faculteit bio-ingenieurswetenschappen, een overzicht van de algemene principes van fokkerij. – LUC VAN DIJCK –

Fokkerij is een wezenlijk onderdeel om veeteelt efficiënter of aangepaster te maken. Een correcte voeding is erg belangrijk: geen genetica zonder de juiste voeding. Via de genetica zorgen we ervoor dat we optimale dieren selecteren. Alleen via een optimaal management kunnen we eruit halen wat erin zit. Fokkerij wordt gestuurd door de markt: we richten de selectie op zaken die economisch belangrijk zijn.

## Fokdoel

Het belangrijkste in de fokkerij is het fokdoel. Wil je meer vlees of een robuuster of

evenwichtiger dier? Hoe ver wil je gaan? We kunnen het fokdoel omschrijven als het voortbrengen van een nieuwe generatie van dieren die, onder de verwachte omstandigheden van bedrijf en markt, de gewenste productie efficiënter zal voortbrengen dan de huidige generatie. Omdat je weinig weet van de genetische aanleg van een dier – je weet niet welke genen allemaal in het spel zijn voor een bepaald kenmerk – kun je je baseren op schattingen van de erfelijke aanleg of fokwaardeschattingen. Die geven een maat van het voorkomen van een bepaald kenmerk, niet alleen bij het dier zelf maar ook bij zoveel

mogelijk verwanten. Komt dat bepaalde kenmerk maar uitzonderlijk voor, dan heeft dat meer te maken met milieu dan met de erfelijke aanleg.

De fokwaardeschatting kun je gebruiken om de juiste dieren te selecteren en die efficiënt in te zetten om genetische vooruitgang te realiseren. Het komt er dus op aan om zoveel mogelijk gegevens te verzamelen over de uiterlijke kenmerken van dieren (fenotypische gegevens): bespieren, lengte ... Daarvan wordt dan een erfelijke component geschat op basis van een statistisch model. Omdat selectie zich op meer dan één kenmerk baseert, worden er combinaties van kenmerken gemaakt. Die gegevens worden gepubliceerd om de fokker toe te laten dieren te kiezen met de kenmerken waaraan hij het meest belang hecht.

## Belgisch witblauw

De laatste jaren zijn de bespieren en de beveledheid van het Belgisch witblauwe ras sterk toegenomen, terwijl de grootte van dit vleesveeras sterk is afgenomen. Extreme bespieren met daarbij hoogte is moeilijk te realiseren. Wil je een beveled dier dat toch niet te klein is, dan moet je een compromis zoeken. Je kan de variatie binnen het Belgisch witblauwe ras zelf gebruiken om iets langere of grotere die-

ren te fokken die niet veel aan conformatie moeten inboeten.

De voordelen van het Belgisch witblauw zijn de spiergroei, de hoge kwaliteit van de karkassen, een goede voederconversie, de korte drachtduur, een goede groei en een rustig temperament. Daartegenover staan enkele nadelen: de geboorteproblemen met bijna altijd een keizersnede door een te klein bekken en een te groot kalf, macroglossie (grote tong), CAR (*congenital articular rigidity* of stijfheid van de ledematen), cardiorespiratoire problemen (ontwikkeld hart en longen) en vruchtbaarheidsproblemen (mobiliteit sperma en bronst).

## Selectie

Selectie is een traag proces, maar werkt cumulatief. Je kan morgen voortwerken met wat je vandaag bereikt. Selectie is permanent. Het gaat erom goede genen te selecteren en ervoor te zorgen dat zoveel mogelijk dieren zoveel mogelijk van die goede genen bezitten. Selectie is ook aangepast aan de omgeving: een dier heeft een bepaalde voeding nodig om zijn genetische capaciteiten optimaal te kunnen uiten. Brengen we Holsteinfokvee naar Afrika, dan zullen die dieren daar niet produceren zoals hier omdat ze niet het juiste voeder en management hebben.

De selectie vereist een goede gegevensverzameling en een goed fokprogramma, zeker voor eigenschappen met een lage erfelijkheidsgraad. De erfelijkheidsgraad is de werkelijke erfelijke aanleg van een dier voor een kwantitatief kenmerk, dit wil zeggen: een kenmerk dat geleidelijk verandert (spiergroei, groei, vruchtbaarheid ...), waarbij die aanleg niet rechtstreeks gemeten kan worden. Die kwantitatieve kenmerken worden veroorzaakt door veel verschillende genen en dat maakt de selectie zo moeilijk. De inschatting van de erfelijke aanleg voor die kwantitatieve kenmerken gebeurt dan ook op basis van metingen op de dieren zelf. Die metingen reflecteren ook ten dele de milieuomstandigheden (voeding, management).

## Erfelijkheidsgraad

Het fenotype is een combinatie van de genetische aanleg en de milieufactoren die op dat kenmerk een invloed hebben: fenotype = genotype + milieu. De erfelijkheidsgraad is het aandeel van de genetische variatie in die fenotypische variatie (wat je ziet en meet).

Hoe hoger de erfelijkheidsgraad of hoe hoger het aandeel genen is in wat je ziet, hoe sneller je vooruitgang kan boeken. Je selecteert immers op die genetische variatie. Kan je die verhogen, dan kan je die doorgeven aan de volgende generatie.

Op kenmerken met een lage erfelijkheidsgraad – voortplantingskenmerken, levensvatbaarheid van jonge dieren, moe-

derkwaliteiten, gezondheid, vitaliteit ... – kan dus moeilijk geselecteerd worden. Kenmerken die te maken hebben met bespiering, karkaskwaliteit, groei, eiwit- en vetgehalte van melk ... hebben een hoge erfelijkheidsgraad. Er zijn kenmerken waarbij meer dan de helft van wat we zien te danken is aan genetica en minder dan de helft aan milieu. Selecteer je daarop, dan kan je heel snel vooruitgang boeken. Melkbaarheid, gemak van kalven, voederconversie, drachtduur, geboortegewicht ...



zijn kenmerken met een gemiddelde erfelijkheidsgraad.

## Bulmereffect

Een van de negatieve effecten van selectie is de afname van genetische variatie. Als je in de populatie telkens opnieuw de beste dieren selecteert met een bepaald kenmerk, dan zal de variatie voor dat kenmerk in de totale populatie afnemen. Dus, hoe meer je selecteert in een bepaalde richting, hoe kleiner de mogelijkheid om in die richting nog te verbeteren. Dat wordt het Bulmereffect genoemd. Het minst bespierde dier gaat meer en meer lijken op het meest bespierde; het weinig bespierde zal verdwijnen. Daardoor vermindert ook de mogelijkheid om te selecteren. Daarnaast krijg je inteeltdepressie en meer uiting van recessieve genen.

## Inteelt

De chromosomen komen voor in paren: het ene chromosoom is afkomstig van de vader, het andere van de moeder. Op die chromosomen liggen allemaal verschillende genen en een bepaald gen ligt altijd op dezelfde plaats op hetzelfde chromosoom.

Homozygoot betekent dat op beide chromosomen dezelfde variant van een gen ligt. Heterozygoot betekent dat op beide chromosomen een verschillende variant ligt. Genetische verwantschap is de kans dat je heel veel van dezelfde genen hebt op die chromosomenparen (homozygotie).

Die gelijkheid van genen is ofwel het gevolg van toeval, ofwel van afstamming (het voorkomen van één of meerdere gemeenschappelijke voorouders). Inteelt hangt samen met gelijkheid van genen en

is gedefinieerd als het paren van verwanten.

De inteeltcoëfficiënt is de kans dat de genen op een bepaalde willekeurig gekozen plaats in een individu aan elkaar gelijk zijn door afstamming. Omdat een individu per plaats altijd één gen krijgt van elke ouder, kan deze gelijkheid door afstamming alleen voorkomen als er een gemeenschappelijke voorouder is, dus als de ouders onderling verwant zijn.

## Homozygotie en inteeltdepressie

Inteelt heeft voordelen. Je kan er bepaalde gewenste eigenschappen mee vastleggen in de populatie. Fokvastheid heeft te maken met inteelt, met homozygotie. Voor het fokvast maken van rassen en om een uniforme populatie te bekomen is inteelt nuttig. Inteelt heeft ook een rol gespeeld in de ontwikkeling van bijna alle rassen. Selectie en inteelt hebben de genetische eigenschappen die de rassen onderscheiden, vastgelegd.

Wat zijn de nadelen? Inteelt geeft een verhoogde kans op homozygotie voor recessieve, nadelige of zelfs letale genen die in een normale populatie heel goed



gespreid zijn. Inteelt geeft ook een verminderde variatie binnen het ras. De nadelige gevolgen worden aangeduid met inteeltdepressie. Inteeltdepressie speelt vooral voor kenmerken met een lage erfelijkheidsgraad, eerder dan voor kenmerken met een hoge erfelijkheidsgraad.

### Inteelt bij Belgisch witblauw

De afstammingskaart van de fokstieren in het Belgisch witblauw geeft een beeld van een populatie met duidelijke inteelt. Vandaag hebben twee derden van de stieren een inteeltcoëfficiënt hoger dan 3,125%; dat komt overeen met een kruising klein-zoon-kleindochter. De oorzaak moeten we zoeken bij het gebruik van een beperkt aantal stieren enkele generaties geleden.

De hoge graad van inteelt kan een belangrijke invloed hebben op de vruchtbaarheid. Bij de koe kan het een effect hebben op het percentage terugkomers, op het percentage kalveren geboren of gespeend per 100 koeien en op de leeftijd bij puberteit en bij eerste kalving. Bij de stier op de omtrek van de balzak, wat te maken heeft met de mobiliteit van het sperma en met het percentage normale spermacellen. Je kan effecten krijgen op de vitaliteit, wat zich uit in het percentage pre- en postnatale overleving, en op de groei (gewicht op bepaalde leeftijden, geboortegewicht, speengewicht).

### Recessieve genen

Daarnaast leidt inteelt tot uiting van recessieve genen, dat zijn genen waarvan je geen twee kopieën hebt wegens nadelig. Een voorbeeld daarvan zijn genetische defecten. Meestal zijn die monogeen, veroorzaakt door één gen. Als je van dat gen twee slechte kopieën hebt, een slechte van de vader en een slechte van de moeder, dan vertoon je die genetische afwijking. Het gaat meestal om een variant van dat gen waardoor eiwit dat van dat gen overgeschreven wordt niet meer aangemaakt wordt. Dit defect komt alleen tot uiting als het dier twee keer een slechte kopie heeft. Waarom is een raszuiver dier minder weerbaar? Bij heel veel raszuivere dieren vind je ook die recessieve genen terug die tot uiting komen. Het gaat hier immers over rassen met vrij sterke inteelt.

### Inteelt samengevat

Inteelt heeft een herverdeling van de genetische variatie tot gevolg. Binnen het Belgisch witblauw krijg je minder variatie. Anderzijds neemt het verschil tussen dit ras en andere rassen toe. In de fokkerij worden kruisingen tussen de rassen vaak gebruikt om zo een maximaal heterosiseffect te bekomen (zie verder).

Door selectie sla je een bepaalde richting in. Je legt bepaalde kenmerken vast in een bepaalde lijn. Maar je loopt het risico dat op een bepaald moment alle dieren

zo erg op elkaar beginnen te lijken dat je inteelt verkrijgt. Inteelt heeft een negatieve invloed, vooral op kenmerken met een lage erfelijkheidsgraad. Je verkrijgt ook uiting van recessieve genen die niet tot uiting zouden komen in een normale populatie waar je niet met verwanten werkt.

### Myostatinegen

Ook het dikbilgen is een mutatie in het myostatinegen dat instaat voor de vorming van myostatine, een stof die de spiergroei onderdrukt. Het komt niet alleen voor bij Belgisch witblauw, maar ook bij Piëmontees, Partenais, Maine-Anjou, Charolais en Gasconne, al gaat het om verschillende mutaties maar met hetzelfde resultaat. De mutatie van het gen zorgt ervoor dat de spiergroei niet afgeremd wordt (25% meer spiervezels en minder vet).

Dit fenotype werd als zeer positief ervaren en daar werd dus verder naar geselecteerd. Het gaat om een onvolledig recessieve mutatie.  $+/+$ -dieren zijn normaal.  $Mh/+$  zijn dieren met één mutatie, hetzij van de vader, hetzij van de moeder. Ze vertonen iets meer bespieroing (heterozygoot). Runderen die homozygoot recessief zijn voor de mutatie ( $Mh/Mh$ ) zijn de echte dikbills. Nu hangt spiergroei niet uitsluitend af van één bepaald gen. In de fokkerij van het Belgisch witblauw is ook extreem geselecteerd naar andere genen die bespieroing vertonen.

Een ander genetisch effect dat kan optreden door inteelt is congenitale musculaire dystonie (DMC). 10% van de  $K1$ -stieren is drager van het type I dat spierafbraak veroorzaakt. De oorzaak lag bij het gebruik van de stier Riant. Type  $11$  (elektrische kalveren) kan nu ook getest worden.

### Kruisingen en heterosis

Je kan inteelt tegengaan door kruisingen. Het belangrijkste bij kruisingen is

het heterosiseffect. Kruisingsproducten presteren doorgaans beter door additieve, dominante en epistatische effecten. Additieve genetische effecten zijn effecten die we bij elkaar kunnen optellen. Dominantie betekent dat je al een positief effect hebt met slechts één van beide varianten die een bepaald kenmerk geven. Epistatische effecten hebben te maken met het samenspel van heel veel verschillende genen.

Indien de gekruiste nakomeling het beter doet dan het gemiddelde van de ouderrassen, spreekt men van het heterosiseffect of van bastaardsuperioriteit. Hoe groter het verschil tussen die rassen, hoe groter de kans op heterosis. Het fokdoel dat je voor ogen hebt, is van groot belang bij de keuze van de kruising.

Heterosis heeft ook te maken met kenmerken met een lage erfelijkheidsgraad. Het speelt vooral een rol bij vitaliteit en aanpassingsvermogen. Kruisingsproducten vertonen meestal een betere vitaliteit, weerstandvermogen en vruchtbaarheid. Lijnen met inteelt doen het goed in een bepaald milieu, maar zullen het moeilijk hebben in een andere omgeving, terwijl de bastaarden met veel heterozygote genen zich beter zullen kunnen aanpassen in die andere omgeving.

### Heterosis door dominantie

Zijn er geen dominante genen, dan speelt het additieve effect: het heterozygote kruisingsproduct is het gemiddelde van de twee homozygote ouderparen. Maar er zijn veel genen waarvoor dominantie geldt. Als er sprake is van volledige dominantie, dan komt de heterozygote kruising op het niveau van een van de homozygote ouders. Bij de aanwezigheid van partieel dominante genen, zoals het myostatinegen, zal het kruisingsproduct hoger scoren dan het gemiddelde van de twee ouderparen.





Foto: BGG



Bij heel veel dominante genen kan je verwachten dat de populatie gemiddeld genomen beter zal presteren. Immers, gemiddeld genomen zullen al die heterozygoten het even goed doen als de homozygoot met de beste scores.

Heterosis door dominantie treedt dus alleen op als er genetische dominantie-effecten aanwezig zijn en is enkel voordelig indien vooral de gunstige genen dominant zijn over de ongunstige genen, maar dat is meestal het geval. De hoeveelheid heterosis door dominantie stijgt naarmate de ouderpopulaties onderling minder genetisch verwant zijn.

### Epistatische effecten

Je selecteert dieren in een bepaald milieu en je selecteert dieren die het best aangepast zijn aan dat milieu op basis van het fokdoel dat je voor ogen hebt. Alle genen van de dieren die het best aangepast zijn aan dat milieu interageren met elkaar. Je zal dan niet alleen voor elk gen afzonderlijk, maar ook voor verschillende genen combinaties krijgen die beter zijn. Epistatische geneffecten zijn dus het gevolg van

de interactie tussen verschillende genen die ervoor zorgen dat je een heel goede combinatie hebt voor een bepaald milieu. Voor epistatisch gunstige geneffecten moet je voor heel veel verschillende genen de goede varianten geselecteerd hebben. Dit vereist een langdurige selectie. Bij kruisingen verlies je een deel van die gunstige combinaties en gunstige effecten; dat noemt men *recombination loss*.

De mate waarin individuele heterosis, maternale heterosis, recombinatie-effecten enzomeer optreden, hangt sterk af van de kenmerken die men beschouwt en van de populaties die gekruist worden. Kruisen levert meer voordeel op naarmate het beschouwde kenmerk een lagere erfelijkheidsgraad vertoont. Dat was ook het geval bij inteelt.

Kenmerken met een lage erfelijkheid vertonen vaak een hoger percentage heterosis dan kenmerken met een hoge erfelijkheid. Kenmerken met een lage erfelijkheidsgraad zijn gevoelig voor heterosisvoordeel, maar worden ook ongunstig beïnvloed door inteeltdepressie (waardoor vitaliteit en aanpassingsvermogen vermin-

deren). Kenmerken met een hoge erfelijkheidsgraad worden veel minder beïnvloed door heterosis en inteeltdepressie.

### Kruisingsschema's

Er zijn twee soorten kruisingsschema's: gericht op additieve effecten en gericht op heterosis.

We bespreken eerst de kruisingsschema's die gericht zijn op additieve effecten. Een veredelingskruising is een eenmalige kruising met superieure dieren van een ander ras. Door bloedvernieuwing kan je de genetische spreiding opnieuw vergroten en een aantal nieuwe, gewenste eigenschappen inkruisen. Die kruisingsproducten (F<sub>1</sub>) worden nadien altijd teruggekruist met dieren uit het oorspronkelijke ras. De bedoeling is dat het kruisingsproduct na enkele generaties weer zoveel mogelijk op het oorspronkelijke ras lijkt. Bij de eerste generatie is de heterosis maximaal. Bij elke verdere terugkruising worden de heterosis door dominantie en het verschil in genenfrequentie gehalveerd. Na zeven generaties zit je weer op het oorspronkelijke genetische niveau.

Daarnaast kan je majorgenen inkruisen. Dat zijn genen die een grote rol spelen voor een bepaald kenmerk. Bijvoorbeeld: het homozygoot maken door het inkruisen van het myostatinegen. Een van de belangrijkste factoren hierbij is het onderscheid kunnen maken tussen homozygoten en heterozygoten om er de dragers te kunnen uithalen.

Een verdringingskruising is een kruising waarbij het oude ras vervangen wordt of omgevormd wordt tot een nieuw ras door het systematisch inkruisen van een vreemd ras. Deze strategie werd gebruikt bij de introductie van de Holsteins in Nederland.

Bij de kruisingsschema's die gericht zijn op heterosis moeten we een onderscheid maken tussen de tweewegs-, de driewegs- en de rotatiekruising.

De tweewegs- of gebruikskruising is een enkelvoudige kruising tussen twee ouderpopulaties. De F<sub>1</sub>-populatie is het einddoel. Je hebt dan de additief genetische waarden van de uitgangsrassen, de maternale effecten van de raszuivere moederdieren en de kruisingseffecten op de F<sub>1</sub>.

Bij de driewegskruising kruis je bijvoorbeeld twee moederlijnen, terwijl je de F<sub>1</sub> gebruikt als moeder en kruist met een andere vaderlijn. Deze kruising wordt vaak gebruikt in de varkensfokkerij. Je hebt dan bij de moeder (F<sub>1</sub>) zowel individuele als maternale heterosis en die kruis je met een gespierde beer om een goed slachtproduct te bekomen.

Bij de twee- of driewegsrotatiekruising kruis je afwisselend met twee of drie zuivere rassen. Je krijgt dan een kruisingsproduct dat kenmerken vertoont van die twee of drie rassen. ■